

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТ-  
РОІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

**Флорчук Андрій Леонтійович**

УДК 621.395.741

**Метод підвищення достовірності роботи комп'ютерних телекомунікацій-  
них мереж**

172 «Телекомунікації та радіотехніка»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі радіотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри радіотехнічних систем  
**Дедів Ірина Юріївна,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри біотехнічних систем  
**Дозорський Василь Григорович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 21 лютого 2018 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні експертної комісії у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-612.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Сьогодні зростає попит на інформаційно-комунікаційні послуги, цей фактор являється каталізатором стрімкого розвитку телекомунікаційних та інформаційних технологій. В основному, на ринку телекомунікаційних послуг перевагу отримують сервіс провайдери, які здійснюють автоматизовану обробку даних з використанням спеціалізованих засобів обчислювальної техніки, як на вхідному, так і на вихідному кінці з'єднання, з можливістю передачі багатокомпонентної інформації (аудіо, відео, мова, дані) в режимі реального часу з гарантованою достовірністю отриманої інформації, що є параметром якості обслуговування споживачів. Для вирішення даної задачі здійснено інтеграцію різного виду мереж, шляхом створення єдиної мережевої інфраструктури на базі IP, яка забезпечує представлення послуг передачі даних, відеотрафіку та IP-телефонії. Такою інфраструктурою являється NGN.

Відомо, що в початковий період використання мережі Internet, основним показником пакетної передачі інформації була можливість розробляти надійні мережі, які б забезпечували передачу навантаження на великі відстані. Проте, з розвитком телекомунікаційних технологій, на даний час, велике значення має здатність сучасних пакетних технологій забезпечити задану достовірність передачі даних, що визначається якістю обслуговування QoS.

Відповідно, актуальною науковою задачею є аналіз та обґрунтування використання алгоритму WRED та обчислення оптимальних параметрів для запобігання перевантажень в мережі передачі даних для задачі підвищення достовірності роботи комп'ютерних телекомунікаційних мереж.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є обґрунтування методу підвищення достовірності комп'ютерних телекомунікаційних мереж, який базується на аналізі алгоритму WRED і дає змогу визначити оптимальні значень параметрів запобігання перевантажень в мережах передачі даних.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження.
2. Провести обґрунтування методу запобігання перевантаження.
3. Провести аналіз алгоритму WRED, який є складовою методу.
4. Провести дослідження роботи механізму WRED, шляхом моделювання середовища та зміни параметрів алгоритму.
5. Обґрунтувати отримані результати та визначити оптимальні параметри алгоритму WRED.

**Об'єкт дослідження:** процес визначення оптимальних значень параметрів запобігання перевантажень в мережах передачі даних.

**Предмет дослідження:** метод підвищення достовірності комп'ютерних телекомунікаційних мереж.

**Методи дослідження:** використання статистичних та аналітичних методів для підвищення достовірності комп'ютерних телекомунікаційних мереж.

**Наукова новизна отриманих результатів:** вперше обґрунтовано метод підвищення достовірності комп'ютерних телекомунікаційних мереж, який ба-

зується на алгоритмі WRED і дає змогу визначити оптимальні значень параметрів запобігання перевантажень в мережах передачі даних.

**Практичне значення одержаних результатів:** полягає у тому, що шляхом застосування параметрів налаштування алгоритму WRED можна значно змінити стан перевантаження на рівні маршрутизатора. Застосування обґрунтованого методу при проектуванні комп'ютерних телекомунікаційних мереж дасть можливість підвищити достовірність, за рахунок зменшення перевантаження мережі.

**Апробація.** Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на VI міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2018р.).

**Структура.** Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, списку використаних джерел, додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** шляхом аналізу обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано наукову новизну отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

**У першому розділі** «Комп'ютерні телекомунікаційні системи» розглянуто основні концепції послуг в телекомунікаційних мережах, а саме цифрові мережі інтегрального обслуговування та розділення функцій розподілу інформації і представлення послуг; наведений розвиток техніки комутації, а саме розглянуто аналогові, цифрові автоматичні телефонні станції та пакетна комутація, а також представлено конвергенцію в телекомунікаціях: мережі, управління, додатків. Крім того, розглянуто основні принципи достовірного обслуговування в IP-мережах, а саме рівні обслуговування, розвиток QOS, характеристики продуктивності мережевого з'єднання.

**У другому розділі** «Метод запобігання перевантаження» розглянуто механізми попередження перевантаження протоколу TCP, а також реакцію TCP-трафіку використовуючи принцип відкидання пакетів даних. Крім того, розглянутий алгоритм активного управління чергою RED, який дозволяє запобігти перевантаження мережі, що може спричинити втрату інформації, а відповідно знизити достовірність переданих даних. Також, складовою методу є алгоритм вільного раннього виявлення (WRED), який дозволяє налаштовувати різноманітні RED-параметри в залежності від значення поля IP-пріоритету або класу трафіка. Алгоритм WRED на основі потоку, представляє собою розширення алгоритму RED, яке передбачає можливість призначення штрафу з нульовою імовірністю тим потокам, які намагаються зайняти значну долю ресурсу.

**У третьому розділі** «Експериментальні дослідження роботи алгоритму WRED» проведено дослідження впливу параметрів на роботу алгоритму WRED, а також представлений вибір оптимальних налаштувань алгоритму. Дослідження проводяться в програмному середовищі, здійснювалась передача потоків UDP і TCP пакетів через тестовий канал між двом граничними маршрути-

заторами. На маршрутизаторі був налаштований механізм WRED з параметрами за замовчуванням, міняючи значення цих параметрів WRED, обгруновано вплив цих змін на перевантаження, тобто зміну достовірності передачі даних.

**У четвертому розділі** «Вибір оптимальних параметрів алгоритму WRED» проведено розрахунки, які показують те, як впливають параметри пакету на характеристики мережі, розглянуто структуру типової мультисервісної IP-мережі. Крім того, обгрунтовані вимоги до мультисервісного вузла та смуги пропускання. Обгрунтовано вибір параметрів алгоритму WRED для уникнення перевантажень і відповідно збільшення достовірності передачі даних в мережах

**У п'ятому розділі** «Спеціальна частина» описано програму Mathcad, як програмне середовище для проведення експериментальних досліджень та представлено основні характеристики комп'ютерного симулятора Cisco Packet Tracer для задачі розробки комп'ютерних телекомунікаційних систем.

**У шостому розділі** «Обгрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 58386,70 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

**У сьомому розділі** «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання проведення державного нагляду за охороною праці, галузевого управління охороною праці, розроблено рекомендацій технічних засобів та пристосувань щодо захисту горючих речовин від впливу статичної електрики.

**У восьмому розділі** «Екологія» встановлено, що проблема охорони навколишнього середовища при проектуванні комп'ютерної телекомунікаційної мережі є актуальною. З'ясовано що при експлуатації комп'ютерних телекомунікаційних мереж виникають електромагнітні забруднення, та сформульовано заходи зі зменшення цього забруднення та його впливу на здоров'я людини.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі магістра розв'язано актуальну наукову задачу метод підвищення достовірності комп'ютерних телекомунікаційних мереж.

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено огляд літературних джерел за тематикою досліджень та обгрунтовано актуальність роботи.

2. Встановлено, що при передачі комп'ютерними телекомунікаційними мережами пакетних даних, можуть виникати перевантаження, які впливають на достовірність передачі, що відповідно знижує якість обслуговування. Оскільки, за рахунок перевантаження в мережі, частина пакетних даних в процесі передачі втрачається, то відповідно зменшується достовірність

2. Розглянуто метод запобігання перевантаження в мережі, а саме перевантаження протоколу TCP, а також реакцію TCP-трафіку використовуючи прин-

цип відкидання пакетів даних. Крім того, розглянутий алгоритм активного управління чергою RED, який дозволяє запобігти перевантаження мережі, що може спричинити втрату інформації, а відповідно знизити достовірність переданих даних.

3. Досліджено роботу алгоритму WRED, який є складовою методу та проведено моделювання середовища з його застосуванням.

3. Проведено аналіз отриманих результатів та оцінено поведінку механізму при зміні параметрів алгоритму.

4. Обґрунтовано оптимальний вибір параметрів алгоритму WRED для підвищення достовірності передачі даних. Показано, що для уникнення перевантажень в мережі, оптимальними параметрами налаштування алгоритму WRED являються: максимальне значення ймовірності відкидання пакетів рівна  $1/10$ , ваговий коефіцієнт усереднення рівний  $1/16$  та верхній поріг середньовагової довжини черги рівний 45.

5. Встановлено, що при використанні отриманих параметрів налаштування можна зменшити перевантаження мережі на рівні маршрутизатора. Тому, застосування методу запобігання перевантажень може ліквідувати перевантаження в мережах з постійною інтенсивністю трафіка, що підвищить достовірність передачі даних. Відповідно, при ліквідації перевантажень, пакетні дані під час передачі не втрачаються, а отже якість обслуговування збільшується, як і показники достовірності.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Дедів І.Ю. Організація структури системи «розумний дім» на базі мобільного пристрою / І.Ю.Дедів, М.П. Миськів, А.Л. Флорчук // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 2017) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2017.

## **АНОТАЦІЯ**

Флорчук Андрій Леонтійович. Метод підвищення достовірності комп'ютерних телекомунікаційних мереж. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за напрямом підготовки 172 «Телекомунікації та радіотехніка», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі магістра досліджено метод підвищення достовірності комп'ютерних телекомунікаційних мереж. Виявлено умови в яких доцільно використовувати даний метод.

Ключові слова: телекомунікаційні мережі, алгоритм, IP-мережа, TCP-трафік, механізм QoS, маршрутизатор, механізм.

**ANNOTATION**

Florchuk Andriy Leontievich. Method of increasing the reliability of computer telecommunication networks. - The manuscript.

Thesis of the master's degree in the field of training 172 "Telecommunications and Radio Engineering", Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj, Ternopil, 2018.

In the dissertation work of the the method of increasing the reliability of computer telecommunication networks is investigated. The conditions in which it is expedient to use this method are revealed.

Keywords: telecommunication networks, algorithm, IP-networks, TCP traffic, QoS mechanism, router, mechanism.